

# Produktionstechnik



|   |     |
|---|-----|
| 1. Arbeitssicherheit zur Produktionstechnik | 9   |
| 2. Arbeitsvorbereitung                      | 13  |
| 3. Werkstückfertigung                       | 23  |
| 4. Werkstückprüfung                         | 133 |

Herausgeberin: Edition Swissmem  
4. Auflage 2016

Bezugsquelle:  
Swissmem Berufsbildung  
Brühlbergstrasse 4  
8400 Winterthur

Telefon Vertrieb 052 260 55 55  
Fax Vertrieb 052 260 55 59

[www.swissmem-berufsbildung.ch](http://www.swissmem-berufsbildung.ch)  
[vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch](mailto:vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch)

Copyright Text, Zeichnung und Ausstattung:  
© by Swissmem, Zürich

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in andern als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Herausgebers.

## Vorwort

Der Lehrgang «Produktionstechnik» vermittelt die Grundlagen, die Konstrukteurinnen und Konstrukteure für ihre berufliche Tätigkeit benötigen.

Ergänzt wird der Lehrgang mit der Ausgabe für den Berufsbildner. Darin sind methodische und didaktische Hinweise sowie die Lösungen der Übungen enthalten. Zusätzlich wird online eine Auswahl an weiteren Übungen angeboten, welche der Berufsbildner je nach Bedarf einsetzen kann.

Auf Basis der «Fünfjahresüberprüfung» der Berufsreform 2009 und des aktuellen Normenauszugs 2014, wurde diese Auflage neu überarbeitet. Auch wurden zusätzlich Elemente der geometrischen Tolerierung berücksichtigt. Betroffen davon ist nicht nur der Theorieteil, sondern auch der Übungsteil, in dem praktische Übungen für den Lernenden enthalten sind.

Gleichzeitig wurden bei den entsprechenden Themen Querverweise ergänzt, die auf die dritte Ebene des Kompetenzen-Ressourcen-Katalogs referenzieren. Das Layout wurde auch überarbeitet.

Über QR-Codes können neu Web-Seiten oder Applikationen gestartet werden.

Die Vermittlung der verschiedenen Themen ist in drei Schritte gegliedert:

1. Aktivierung
2. Theorie/Übungen
3. Repetition

Der Lehrgang entspricht dem Stand der Technik und den aktuellen Normen.

Februar 2016 Swissmem Berufsbildung

An der Ausarbeitung dieses Lehrganges waren beteiligt:

### Projektleitung

Joachim Pérez, Projektleiter, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Fischer Markus, Ausbildungszentrum der Stiftung azb, Strengelbach

Gnos Robert, Rieter AG, Winterthur

Huwiler Martin, BERUF ZUG, Zug

Illic Milovan, BOBST, Lausanne

Jungo Roger, FRIMECA Berufsbildung, Fribourg

Kellenberger Sven, Bühler AG, Uzwil

Müller Enrico, Ferag AG, Hinwil

Spahr Hans-Ulrich

Tschudi Willi, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Ucakalo Vladimir, Wibilea AG, Neuhausen

van Embden Carsten, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur

Zingg Markus, RAU Regionales Ausbildungszentrum Au, Au

Baur Daniel, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Wir danken dem ganzen Team für die ausgezeichnete fachliche Unterstützung und für die gute Zusammenarbeit.

Für die Unterstützung mit Bildern und Inhalten danken wir:

Blaser Swisslube AG, Hasle-Rüegsau

Brütsch/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf

DMG Schweiz AG, Dübendorf

Dr. Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG, D-Konstanz

Gressel AG, Aadorf

Fehlmann AG, Seon

Fischer Precise Management AG, Herzogenbuchsee

Konrad Ing. Büro, D-Bretten

L. Kellenberger + Co. AG, St. Gallen

Roli Lanz, Fotostudio, Rorbas

SandviK AG, Luzern

Winterthur Schleiftechnik AG, Winterthur

Steinbeis-Beratungszentrum Konstruktion, Werkstoffe und Normung, D-Schorndorf

## Inhaltsverzeichnis

### 1. Arbeitssicherheit zur Produktionstechnik

|            |   |          |
|------------|---|----------|
| <b>1.1</b> | <b>Vorschriften zur Arbeitssicherheit</b> | <b>9</b> |
| 1.1.0      | Aktivierungsfragen                        | 9        |
| 1.1.1      | Gefahrenschilder                          | 10       |
| 1.1.2      | Repetitionsfragen                         | 12       |

### 2. Arbeitsvorbereitung

|            |                                       |           |
|------------|---------------------------------------|-----------|
| <b>2.1</b> | <b>Arbeitsauftrag und Arbeitsplan</b> | <b>13</b> |
| 2.1.0      | Aktivierungsfragen                    | 13        |
| 2.1.1      | Arbeitsplan (Operationsplan)          | 15        |
| 2.1.2      | Arbeitsplanung                        | 17        |
| 2.1.3      | Übungsaufgaben                        | 19        |
| 2.1.4      | Repetitionsfragen                     | 21        |

### 3. Werkstückfertigung

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>3.1</b> | <b>Kühl- und Schmierstoffe</b>                  | <b>23</b> |
| 3.1.0      | Aktivierungsfragen                              | 23        |
| 3.1.1      | Aufgaben der Kühl- und Schmierstoffe            | 24        |
| 3.1.2      | Arten der Kühl- und Schmierstoffe               | 24        |
| 3.1.3      | Pflege der Kühlschmierstoffe                    | 27        |
| 3.1.4      | Repetitionsfragen                               | 28        |
| <b>3.2</b> | <b>Anreissen, Körnen, Beschriften</b>           | <b>29</b> |
| 3.2.0      | Aktivierungsfragen                              | 29        |
| 3.2.1      | Anreissen                                       | 30        |
| 3.2.2      | Körnen  | 31        |
| 3.2.3      | Beschriften                                     | 31        |
| 3.2.4      | Übungsaufgaben                                  | 32        |
| 3.2.5      | Repetitionsfragen                               | 33        |
| <b>3.3</b> | <b>Sägen, Feilen, Entgraten</b>                 | <b>35</b> |
| 3.3.0      | Aktivierungsfragen                              | 35        |
| 3.3.1      | Sägen   | 36        |
| 3.3.2      | Feilen  | 37        |
| 3.3.3      | Entgraten                                       | 40        |
| 3.3.4      | Repetitionsfragen                               | 41        |
| <b>3.4</b> | <b>Spannen der Werkzeuge und Werkstücke</b>     | <b>43</b> |
| 3.4.0      | Aktivierungsfragen                              | 43        |
| 3.4.1      | Spannen der Werkzeuge                           | 44        |
| 3.4.2      | Spannen der Werkstücke                          | 45        |
| 3.4.3      | Repetitionsfragen                               | 47        |
| <b>3.5</b> | <b>Bohren</b>                                   | <b>49</b> |
| 3.5.0      | Aktivierungsfragen                              | 49        |
| 3.5.1      | Bohren  | 50        |
| 3.5.2      | Bohr- und Senkwerkzeuge                         | 50        |
| 3.5.3      | Spiralbohrer                                    | 51        |
| 3.5.4      | Schnittgeschwindigkeit und Drehzahl beim Bohren | 53        |
| 3.5.5      | Vorschub  | 54        |
| 3.5.6      | Arbeitssicherheit beim Bohren                   | 55        |
| 3.5.7      | Übungsaufgaben                                  | 56        |
| 3.5.8      | Repetitionsfragen                               | 57        |
| <b>3.6</b> | <b>Gewinde herstellen</b>                       | <b>59</b> |
| 3.6.0      | Aktivierungsfragen                              | 59        |
| 3.6.1      | Gewindebohren von Hand (Innengewinde)           | 60        |
| 3.6.2      | Gewindeschneiden von Hand (Aussengewinde)       | 62        |
| 3.6.3      | Übungsaufgaben                                  | 63        |
| 3.6.4      | Repetitionsfragen                               | 64        |

## Inhaltsverzeichnis

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| <b>3.7</b>  | <b>Technologiedaten «Drehen»</b>               | <b>65</b>  |
| 3.7.0       | Aktivierungsfragen                             | 65         |
| 3.7.1       | Schnittgeschwindigkeit                         | 66         |
| 3.7.2       | Repetitionsfragen                              | 68         |
| <b>3.8</b>  | <b>Drehwerkzeuge und Spannmittel einsetzen</b> | <b>71</b>  |
| 3.8.0       | Aktivierungsfragen                             | 71         |
| 3.8.1       | Einteilung der Drehverfahren                   | 72         |
| 3.8.2       | Drehwerkzeuge                                  | 74         |
| 3.8.3       | Schneidenart und Schneidstoffe                 | 77         |
| 3.8.4       | Kennzeichnung von Drehstählen                  | 79         |
| 3.8.5       | Spannen der Werkstücke beim Drehen             | 81         |
| 3.8.6       | Einspannen der Drehwerkzeuge                   | 87         |
| 3.8.7       | Repetitionsfragen                              | 89         |
| <b>3.9</b>  | <b>Werkstücke drehen</b>                       | <b>91</b>  |
| 3.9.0       | Aktivierungsfragen                             | 91         |
| 3.9.1       | Arbeitssicherheit beim Drehen                  | 93         |
| 3.9.2       | Plandrehen                                     | 94         |
| 3.9.3       | Längsdrehen                                    | 96         |
| 3.9.4       | Stufen drehen                                  | 97         |
| 3.9.5       | Facetten drehen                                | 97         |
| 3.9.6       | Zentrieren                                     | 98         |
| 3.9.7       | Einstiche                                      | 99         |
| 3.9.8       | Freistiche                                     | 99         |
| 3.9.9       | Gewindefreistiche                              | 100        |
| 3.9.10      | Übungsaufgaben                                 | 101        |
| 3.9.11      | Repetitionsfragen                              | 102        |
| <b>3.10</b> | <b>Technologiedaten «Fräsen»</b>               | <b>105</b> |
| 3.10.0      | Aktivierungsfragen                             | 105        |
| 3.10.1      | Schnittgeschwindigkeit                         | 107        |
| 3.10.2      | Drehzahl                                       | 108        |
| 3.10.3      | Repetitionsfragen                              | 109        |
| <b>3.11</b> | <b>Fräswerkzeuge und Spannmittel einsetzen</b> | <b>111</b> |
| 3.11.0      | Aktivierungsfragen                             | 111        |
| 3.11.1      | Einteilung der Fräsverfahren                   | 112        |
| 3.11.2      | Fräserarten                                    | 114        |
| 3.11.3      | Spannmittel für das Fräsen                     | 118        |
| 3.11.4      | Repetitionsfragen                              | 122        |
| <b>3.12</b> | <b>Werkstücke fräsen</b>                       | <b>125</b> |
| 3.12.0      | Aktivierungsfragen                             | 125        |
| 3.12.1      | Arbeitssicherheit beim Fräsen                  | 126        |
| 3.12.2      | Stirnfräsen                                    | 127        |
| 3.12.3      | Umfangsfräsen                                  | 127        |
| 3.12.4      | Winkliges Fräsen eines Quaders                 | 128        |
| 3.12.5      | Stirn-Umfangsfräsen                            | 129        |
| 3.12.6      | Taschen fräsen                                 | 129        |
| 3.12.7      | Nuten fräsen                                   | 130        |
| 3.12.8      | Übungsaufgaben                                 | 131        |
| 3.12.9      | Repetitionsfragen                              | 132        |

## Inhaltsverzeichnis

### 4. Werkstückprüfung

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| <b>4.1</b> | <b>Messgeräte</b>                                  | <b>133</b> |
| 4.1.0      | Aktivierungsfragen                                 | 133        |
| 4.1.1      | Prüfen der Messgeräte                              | 134        |
| 4.1.2      | Einteilung der Messgeräte                          | 134        |
| 4.1.3      | Messabweichungen                                   | 136        |
| 4.1.4      | Parallaxe  | 138        |
| 4.1.5      | Nonius   | 138        |
| 4.1.6      | Massablesung                                       | 139        |
| 4.1.7      | Massstab   | 140        |
| 4.1.8      | Messschieber                                       | 140        |
| 4.1.9      | Universalwinkelmesser                              | 141        |
| 4.1.10     | Messuhren  | 142        |
| 4.1.11     | Fühlhebelmessgerät                                 | 143        |
| 4.1.12     | Messschrauben                                      | 145        |
| 4.1.13     | Bügelmessschraube (Aussenmikrometer)               | 146        |
| 4.1.14     | Tiefenmessschraube (Tiefenmikrometer)              | 147        |
| 4.1.15     | Innenmessschraube (Innenmikrometer)                | 148        |
| 4.1.16     | Endmasssätze                                       | 149        |
| 4.1.17     | Optische Messgeräte                                | 150        |
| 4.1.18     | Zusammenfassung der Messgeräte                     | 151        |
| 4.1.19     | Übungsaufgaben                                     | 152        |
| 4.1.20     | Repetitionsfragen                                  | 155        |
| <b>4.2</b> | <b>Lehren</b>                                      | <b>157</b> |
| 4.2.0      | Aktivierungsfragen                                 | 157        |
| 4.2.1      | Lehren   | 158        |
| 4.2.2      | Formlehren   | 158        |
| 4.2.3      | Masslehren   | 158        |
| 4.2.4      | Grenzlehren  | 159        |
| 4.2.5      | Haarwinkel und Haarlineal                          | 161        |
| 4.2.6      | Grenzrachenlehren                                  | 161        |
| 4.2.7      | Gewindeschablone                                   | 162        |
| 4.2.8      | Gewinde-Lehrring                                   | 163        |
| 4.2.9      | Gewinde-Grenzrachenlehre                           | 163        |
| 4.2.10     | Repetitionsfragen                                  | 164        |
| <b>4.3</b> | <b>Geometrische Toleranzen, Oberflächenrauheit</b> | <b>165</b> |
| 4.3.0      | Aktivierungsfragen                                 | 165        |
| 4.3.1      | Prüfen der Rechtwinkligkeit                        | 166        |
| 4.3.2      | Prüfen der Parallelität                            | 167        |
| 4.3.3      | Prüfen der Ebenheit                                | 167        |
| 4.3.4      | Prüfen des Rundlaufs radial                        | 168        |
| 4.3.5      | Prüfen des Rundlaufs axial                         | 169        |
| 4.3.6      | Prüfen von Rundheit und Koaxialität                | 169        |
| 4.3.7      | Prüfen der Symmetrie                               | 170        |
| 4.3.8      | Gestaltabweichungen                                | 171        |
| 4.3.9      | Oberflächenvergleich                               | 171        |
| 4.3.10     | Rauheitsmessgerät                                  | 172        |
| 4.3.11     | Übungsaufgaben                                     | 173        |
| 4.3.12     | Repetitionsfragen                                  | 174        |

## Zeichenerklärungen/ Inhaltlicher Aufbau

### Zeichenerklärung



Diese Variante ist zweckmässig. Im Sinne der Optimierung des Produktes suchen wir die stärkste Lösung.



Brauchbare Lösung. Sicher sind noch bessere Varianten zu finden!



Diese Lösung ist ungeeignet. Überlegen Sie, aus welchem Grund diese Lösung nicht befriedigt und suchen Sie eine bessere Variante.



Lösen Sie diese Aufgabe mit dem geeignetsten Hilfsmittel (schreiben, skizzieren, mit Hilfe des CAD usw.)



Lernziele



Wichtige Hinweise



Informationen



QR-Codes: Verlinkung zu Webseiten



Hinweis auf KoRe-Ebene

Notieren Sie hier die zutreffenden Informationen, wie nationale oder internationale Normen, Betriebsnormen, Titel von Fachbüchern, Betriebsanleitungen usw.

### Inhaltlicher Aufbau

Der Lehrgang «Produktionstechnik» ist in Module, sogenannte Ausbildungseinheiten, unterteilt. Dabei ist zu erwähnen, dass der **Normen-Auszug** und **weitere Fachliteratur** Bestandteil des Lehrganges ist.

Diese Ausbildungseinheiten sind inhaltlich folgendermassen aufgebaut:

#### Aktivierung

Jede Ausbildungseinheit beginnt mit Grundsatzfragen, welche den momentanen Wissensstand erfassen.

#### Theorie

Der Theorieteil beinhaltet neben der Theorie auch Fragen und/oder Übungen, welche die Lernenden lösen müssen.

#### Übungen

Im Übungsteil sind verschiedene Aufgaben zu lösen, die im Theorieteil behandelt wurden.

#### Repetition

Als Abschluss jeder Ausbildungseinheit sind diverse Repetitionsfragen zu beantworten. Diese dienen zur Festigung des Lernstoffes und als Kontrolle für die Lernenden bzw. Berufsbildner.

In der Titelleiste ist jeweils angegeben, in welchem Teil der Ausbildungseinheit Sie sich befinden.

## Ressourceneffizienz in der Produktherstellung

Seit Jahren steigen die Preise für Material und Energie stark an. Ressourceneffizientes Handeln wird deshalb immer wichtiger. Bei den heute knapp verfügbaren Ressourcen sind Nachhaltigkeit und der überlegte Umgang mit den in der Produktion eingesetzten Materialien und der verwendeten Energie ein sehr wichtiges Thema.

Ressourceneffizienz ist das Verhältnis von erzeugten Produkten und eingesetzten Ressourcen.

Dies kann folgendermassen erreicht werden:

### **Minimums-Prinzip**

Den gleichen Produktionslevel mit kleinerem Ressourceneinsatz erreichen.

### **Maximums-Prinzip**

Mit gleichbleibendem Ressourceneinsatz den Produktionslevel erhöhen.

### **Bei der Produktherstellung sind nachfolgende Punkte zur Ressourceneffizienz zu berücksichtigen.**

Umwelt- und Arbeitssicherheit zur Produktionstechnik:

- Vorschriften und Standards zum Umweltschutz in der Produktionstechnik einhalten
- Ökologische Material- und Produktnormen und -richtlinien (z.B. Ökodesign Richtlinie der EU 2009/125/EG) anwenden

Werkstückfertigung:

- Werkstoffe im Herstellungsprozess ressourcen- und umweltschonend einsetzen
- Geräte, Werkstoffe, Chemikalien und Gifte fach- und umweltgerecht anwenden, wiederverwerten und entsorgen
- Betriebsinterne Vorgaben zum Umweltmanagement (z.B. EMAS, ISO 14001 u.a.) anwenden
- Technologiedaten für energie- und materialeffiziente Werkstoffe und Fertigungstechniken sowie zu erneuerbaren Energiequellen nachschlagen



**Es soll auf die Recyclingfähigkeit der zu verwendeten Materialien geachtet werden. Material- sowie Energieverschwendungen sind zu ermitteln und zu minimieren.**



**Überlegen Sie sich, wie Sie in Ihrem Einflussbereich weitere Massnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz in Ihrem Unternehmen umsetzen können.**



## 1.1 Vorschriften zur Arbeitssicherheit



– Vorschriften zur Arbeitssicherheit der Produktionstechnik einhalten



### 1.1.0 Aktivierungsfragen

**1.1.0.1** Welche Schutzmassnahmen zur Arbeitssicherheit kennen Sie?

---

---

**1.1.0.2** Dürfen Sie mit Maschinen arbeiten, an denen Sie noch nicht instruiert wurden?

---

---

**1.1.0.3** Wie verhalten Sie sich in einem Brandfall?

---

---

## 1.1 Vorschriften zur Arbeitssicherheit



### 1.1.1 Gefahrenschilder

1.1.1.1 Notieren Sie die Bedeutung zu den folgenden Zeichen. Nennen Sie Betriebsbereiche, in denen sie angebracht sind.



---

---

---



---

---

---



---

---

---



---

---

---



---

---

---



---

---

---



---

---

---



---

---

---



---

---

---

## 1.1 Vorschriften zur Arbeitssicherheit



**1.1.1.2** Notieren Sie, wie und wo an Ihrem Arbeitsplatz Sanität und Feuerwehr alarmiert werden.

---

---

---



**Arbeiten Sie dazu die online verfügbaren Dokumente dieses Lehrganges (Ausbildnerausgabe), sowie die im Register «Ressourcen der Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz, Umweltschutz/der Ressourceneffizienz» des Lehrganges «b.1. Fertigungsunterlagen erstellen» vollständig durch.**



**1.1.1.3** Nennen Sie die Schutzmassnahmen zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz, die in Ihrem Betrieb vermittelt wurden. Welche zusätzlichen Vorkehrungen gelten am ÜK-Arbeitsplatz?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**Mängel an Geräten und Maschinen, wie zum Beispiel lose Kabel, sind sofort dem Ausbilder zu melden.**

## 1.1 Vorschriften zur Arbeitssicherheit



### 1.1.2 Repetitionsfragen

**1.1.2.1** Bei welchen Arbeiten in der mechanischen Werkstatt ist das Tragen der Schutzbrille obligatorisch?

---

---

---

---

**1.1.2.2** Welche Massnahmen ergreifen Sie bei einem Unfall?

---

---

---

---

**1.1.2.3** Wie sind Sie versichert, wenn trotz aller Schutzmassnahmen ein Unfall passiert?

---

---

---

---

---